

Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará

Physical-chemical characterization of honey samples of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) from Ceará State

Geni da Silva Sodré^I Luís Carlos Marchini^{II} Augusta Carolina de Camargo Carmelo Moreti^{III}
Ivani Pozar Otsuk^{III} Carlos Alfredo Lopes de Carvalho^I

RESUMO

Com o objetivo de verificar as características físico-químicas de amostras de méis coletadas em cidades do Estado do Ceará (Araripe, Santana do Cariri, Assaré, Iguatu, Crato, Missão Velha e Pacajús), foram determinados no Laboratório de Apicultura do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP: açúcares totais, açúcares redutores, sacarose aparente, umidade, atividade diastásica, hidroximetilfurfural, proteína, cinzas, pH, acidez, índice de formol, condutividade elétrica, viscosidade e cor de 20 amostras de méis *Apis mellifera* L., 1758, coletadas entre março de 2002 e agosto de 2002. A maioria das amostras de méis analisadas (65%) encontra-se dentro das especificações brasileiras para as características físico-químicas, com exceção das características sacarose aparente (10% das amostras), umidade (10% das amostras), atividade diastásica (35% das amostras) e HMF (20% das amostras). Os resultados indicaram condutividade elétrica e a sacarose aparente como as características que mais influenciaram no agrupamento das amostras.

Palavras-chave: mel de abelha, açúcares redutores, atividade diastásica, análise de agrupamento, análise de componentes principais.

ABSTRACT

This research was aimed at to determining physico-chemical characteristics honey samples collected in cities of Ceara States (Araripe; Santana do Cariri 1 sample; Assaré 1 sample; Iguatu 8 samples; Crato 4 samples; Missão Velha 2 samples and Pacajús 3 samples), they were determined at the laboratory of Apiculture in the "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz" (ESALQ) University of São Paulo, in Piracicaba, São Paulo State: total sugar, reducing sugars,

apparent sucrose, humidity, diastase activity, hydroxymethylfurfural (HMF), protein, ash, pH, acidity, formol index, electrical conductivity, viscosity and color of 20 samples of *Apis mellifera* L., 1758 honey collected between March of 2002 and August of 2002. Most of the samples of honey analyzed (65%) are inside of the Brazilian specifications for the characteristics physical-chemistries except for the characteristics apparent sucrose (10% of the samples), humidity (10% of the samples), diastase activity (35% of the samples) and HMF (20% of the samples). The results showed electrical conductivity and apparent sucrose as characteristics that most influenced grouping samples.

Key words: honey bee, reducing sugars, diastase activity, grouping analysis, principal component analysis.

INTRODUÇÃO

O mel é uma substância natural, elaborada pelas abelhas a partir do néctar das flores ou de exsudações sacarínicas de outras partes vivas das plantas, que são coletadas e transformadas por meio da evaporação da água e da adição de enzimas (HORN et al., 1996).

A quantidade de mel que pode ser obtida de uma determinada planta varia com os fatores que influenciam a concentração de néctar, a concentração e proporções de seus carboidratos, a quantidade de flores da área e o número de dias em que as flores estão secretando néctar (CRANE, 1975).

^ICentro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Grupo de Pesquisa Insecta, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. E-mail: gssodre@yahoo.com.br. Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, SP, Brasil.

^{III}Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/SSA, Nova Odessa, SP, Brasil.

As características físico-químicas do mel ainda são pouco conhecidas, principalmente nas regiões tropicais, onde a flora apícola é bastante diversificada, associada às taxas elevadas de umidade e temperatura. É de fundamental importância a caracterização de méis visando à criação de padrões, segundo os fatores edafoclimáticos e florísticos da região, estabelecendo critérios comparativos nas análises e controlando possíveis fraudes desse produto (CRANE, 1983).

Na Região Nordeste do Brasil, o Estado do Ceará destaca-se pelo elevado potencial apícola, apresentando um produto de boa qualidade, ressaltando-se seus agradáveis aroma e sabor, características muito valorizadas pelo mercado. Entretanto, necessita-se de informações sobre as suas características físico-químicas. Assim, a presente pesquisa teve como objetivo determinar as características físico-químicas e identificar com base nessas características como se agrupam as amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758, provenientes de diversos municípios do Estado do Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de méis foram obtidas diretamente de apicultores de diferentes municípios do Estado do Ceará (Araripe, 1 amostra; Santana do Cariri, 1 amostra; Assaré, 1 amostra; Iguatu, 8 amostras; Crato, 4 amostras; Missão Velha, 2 amostras e Pacajús, 3 amostras), tendo sido colhidas entre março e agosto de 2002, num total de 20 amostras.

As análises físico-químicas dos méis foram realizadas no Laboratório de Insetos Úteis do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Campus de Piracicaba, da Universidade de São Paulo.

Análises físico-químicas

Foram determinados açúcares totais (%), açúcares redutores (%) e sacarose aparente (%) de acordo com COPERSUCAR (1987), com modificações (MARCHINI et al., 2004); umidade conforme ATAGO Co. (1988); atividade diastásica (CAC, 1990); Hidroximetilfurfural (AOAC, 1990); proteína (SILVA & QUEIROZ, 2002); cinzas (PREGNOLATO & PREGNOLATO, 1985); pH e acidez (MORAES & TEIXEIRA, 1998); índice de formol (MORAES, 1994); condutividade elétrica (BOE, 1986); viscosidade (ASTM, s.d.p.) e a classificação da cor (VIDAL & FREGOSI, 1984).

Análise dos dados

Após a análise estatística, a análise de componentes principais foi utilizada para avaliar a importância de cada característica físico-química estudada sobre a variação total disponível (MARDIA et al., 1979). Esta técnica baseia-se na padronização e rotação dos eixos ortogonais (características físico-químicas e elementos químicos), gerando um novo conjunto de coordenadas (componentes principais) não-correlacionadas entre si (MORRISON, 1981). Foram descartadas as características com correlação acima de 70% utilizando-se o critério proposto por JOLIFFE (1973), desprezando-se a variável de maior coeficiente em cada componente com autovalor menor que 0,70.

Para a análise de agrupamento, foi utilizada a distância euclidiana média e o método UPGMA (*unweighted pair-group average*) a partir dos dados padronizados (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Todas as análises foram feitas utilizando-se o *software* SAS (1990), obtendo-se as médias de três repetições, o desvio padrão e, com os dados médios, foi realizada a análise multivariada de componentes principais e o agrupamento.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das características físico-químicas analisados em 20 amostras de méis provenientes de diferentes municípios do Estado do Ceará estão apresentados na tabela 1. Pode-se ver que as médias obtidas para todas as características analisadas encontram-se dentro do limite estabelecido pela norma vigente. Para a cor, constatou-se uma predominância da coloração âmbar claro (40%), sendo ainda verificadas amostras de cor âmbar extraclaro (25%), âmbar (20%), branco (10%) e branco água (5%).

Para a sacarose aparente, observou-se, em 10% das amostras, valores acima do permitido pela norma vigente. De acordo com AZEREDO et al. (1999), o alto conteúdo de sacarose aparente nos méis pode indicar um mel “verde”, isto é, quando o produto ainda não foi totalmente transformado em glicose e frutose pela ação da enzima invertase secretada pelas abelhas, além de poder indicar uma adulteração do produto. Para a umidade, também foram observados em 10% das amostras valores acima do permitido pela norma vigente. RODRÍGUEZ et al. (2004) mencionaram que a umidade dos méis é influenciada pela origem botânica, por condições climáticas, pela época de colheita e pelo grau de maturação do mel, sendo um parâmetro de grande importância durante o armazenamento do produto.

Tabela 1 - Valores estabelecidos pela norma vigente (BRASIL, 2000), médias, desvio padrão, mínimos e máximos encontrados nas análises físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* de diferentes municípios do Estado do Ceará.

Características analisados	Brasil (2000)	Média±desvio padrão	Mínimo	Máximo
Açúcares totais (%)	-----	81,69±3,02	76,95	86,82
Açúcares redutores (%)	≥ 65	78,84±2,71	73,37	84,65
Sacarose aparente (%)	≤ 6	2,71±2,40	0,16	7,63
Umidade (%)	≤ 20	18,73±1,06	15,77	20,27
Atividade diastásica (escala de Gothe)	≥ 8	16,48±12,82	5,30	43,39
HMF (mg kg ⁻¹)	≤ 60	31,45±34,70	1,75	126,50
Proteína (%)	-----	0,35±0,16	0,13	0,71
Cinzas (%)	≤ 0,6	0,18±0,09	0,01	0,41
pH	-----	3,57±0,12	3,36	3,78
Acidez (meq kg ⁻¹)	≤ 50	30,13±9,45	10,00	42,00
Índice de formol (mL kg ⁻¹)	-----	8,37±2,43	4,00	13,00
Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹)	-----	452,77±199,93	192,00	798,67
Viscosidade (mPa.s)	-----	1130,40±452,38	536,00	2080,00

Constatou-se ainda que, para a atividade diastásica, 35% das amostras encontram-se com valores abaixo do permitido pela norma vigente. Segundo WHITE JÚNIOR (1992), os méis produzidos em regiões quentes e secas apresentam menor quantidade de enzimas do que os de regiões quentes e úmidas. WHITE JÚNIOR (1994) questionou o uso da atividade diastásica como indicadora de qualidade do mel devido à grande variação na quantidade de diastase em méis recém-coletados e não aquecidos. Este é um dos parâmetros que merece uma atenção especial por parte dos pesquisadores para verificar a possibilidade de adequar as normas às nossas condições.

Para o HMF, observou-se que 20% das amostras estudadas encontram-se com valores acima do permitido pela norma vigente. SEEMANN & NEIRA (1988) mencionam que o alto valor do HMF no mel é um indicador de superaquecimento, armazenamento inadequado ou adulteração com açúcar invertido. Conforme WHITE JÚNIOR (1992), méis de países subtropicais, devido às altas temperaturas, podem ter naturalmente um alto conteúdo de HMF sem que o mel tenha sido superaquecido ou adulterado.

Análise de agrupamento

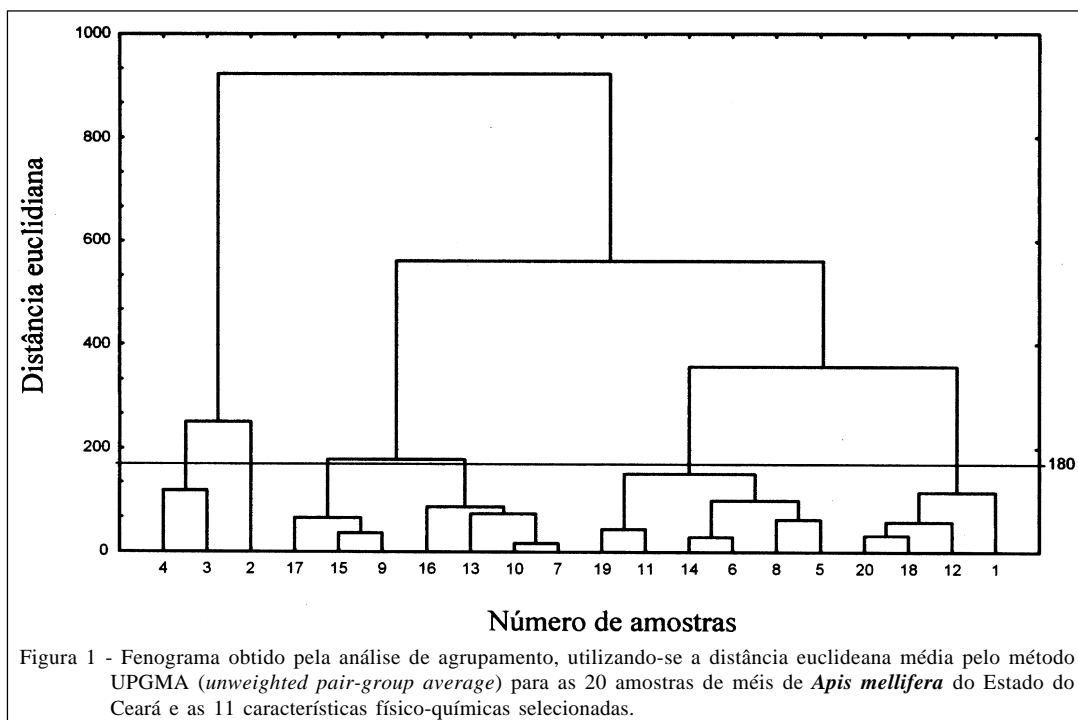
Para a análise dos componentes principais, foram utilizadas as 20 amostras de méis de municípios do Estado do Ceará e as 14 características físico-químicas (Tabela 1). Para a análise de agrupamento, foram selecionadas 11 características, sendo descartadas condutividade elétrica, índice de formol e diastase, em função da alta correlação existente com outras características.

Na análise de componentes principais, o primeiro componente concentrou 38,21% da variância total, o segundo 24,57% e o terceiro 14,61%,

acumulando 77,39% na variância total. Em uma análise de componentes principais, se os dois ou os três primeiros componentes acumularem uma porcentagem relativamente alta da variação total, em geral acima de 70%, eles explicarão satisfatoriamente a variabilidade manifestada entre as amostras avaliadas (MARDIA et al., 1979). No presente trabalho, verifica-se que a porcentagem acumulada da variação total (77,39) dos três primeiros componentes explica satisfatoriamente a variabilidade nas amostras avaliadas.

Na figura 1, observa-se o fenograma elaborado pela distância euclidiana média pelo método UPGMA envolvendo as amostras de méis e as características físico-químicas selecionadas. Adotou-se como critério para definição dos grupos os gráficos das distâncias de ligação nos sucessivos passos da análise de agrupamento (Figura 2). Este método baseia-se na identificação de um platô no sentido vertical, o que indica que muitos grupos foram formados na mesma distância de ligação, sendo essa distância um ponto ótimo de corte no fenograma, determinando o número de grupos formados. No presente estudo, o ponto ótimo para corte escolhido foi em 180, representado pela linha horizontal na figura 1 e indicado pela seta na figura 2.

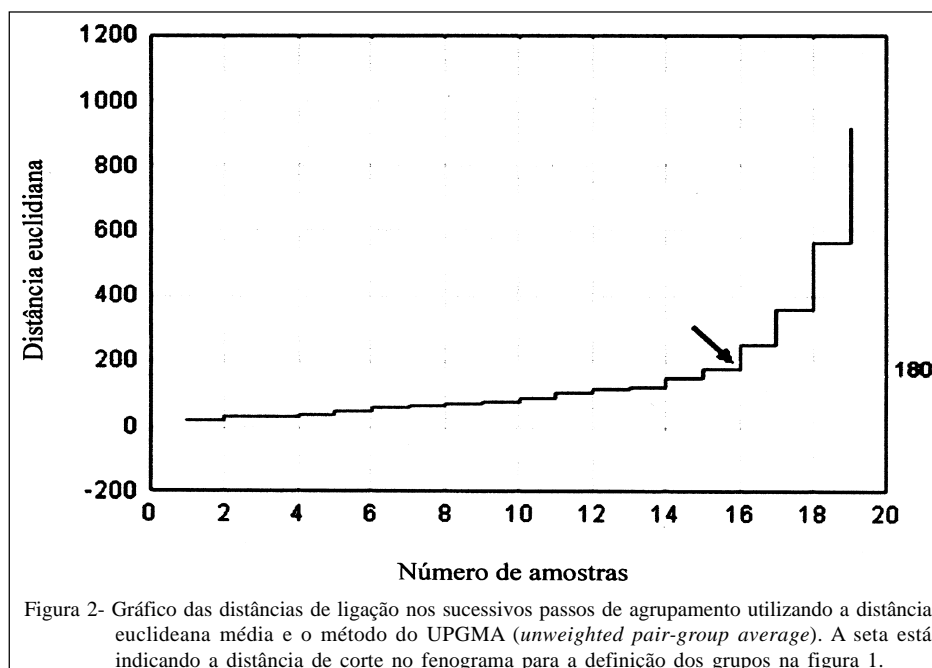
Pelo fenograma (Figura 1), foi possível observar a formação de 6 grupos, identificados a seguir: grupo 1, formado por uma amostra de Iguatu e uma de Assoré; grupo 2, por uma amostra de Santana do Cariri; grupo 3, por três amostras de Iguatu; grupo 4, por uma amostra de Iguatu, uma de Missão Velha e duas de Crato; grupo 5, por uma amostra de Praçajús, uma de Crato, três de Iguatu e uma de Missão Velha, e o grupo 6, por duas amostras de Praçajús, uma de Crato e uma de Araripe.



Dentre as características físico-químicas analisadas, foi possível observar que a condutividade elétrica e a acidez, no componente 1, foram as que mais contribuíram. BOGDANOV (1999) menciona que a condutividade elétrica é considerada um bom critério para a identificação da origem floral do mel, e que ela é influenciada pelos açúcares e pelo conteúdo de cinzas;

os méis de diferentes origens florais têm valores diferentes de condutividade elétrica.

No presente trabalho, foi possível observar a predominância de grãos de pólen pertencentes à família das mimosáceas, com 62,5% de *Mimosa caesalpiniaefolia*, sendo verificada a presença do gênero *Mimosa* em 100% das amostras. CAMPOS



(1998), trabalhando com amostras de méis de Minas Gerais, constatou que méis de mesma origem floral apresentam condutividade elétrica muito semelhante às obtidas nas amostras analisadas no presente trabalho.

A acidez do mel tem sua origem na variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctares (origem floral), pela ação da enzima glicose-oxidase, que origina o ácido glucônico, pela ação das bactérias durante a maturação do mel e pelas quantidades de minerais presentes no mel (HORN et al., 1996).

No componente 2, a sacarose aparente e a umidade (Tabela 2) foram os que mais contribuíram. A sacarose aparente é uma característica de grande importância no mel por estar associada à sua qualidade; quando seu valor encontrado estiver acima de 6%, pode indicar um mel “verde” ou adulterado (BRASIL, 2000). A umidade no mel também é, sem dúvida, uma das características mais importantes, por influenciar na sua viscosidade, no seu peso específico, na sua maturidade, cristalização e no seu Osabor, interferindo na sua conservação e palatabilidade (SEEMANN & NEIRA, 1988).

CONCLUSÕES

A maioria das amostras de méis analisadas (65%) encontra-se dentro das especificações brasileiras para as características físico-químicas, com exceção da sacarose aparente (10% das amostras), umidade (10% das amostras), atividade diastásica (35% das amostras) e HMF (20% das amostras).

Tabela 2 - Autovetores calculados para as 20 amostras de méis analisadas de diferentes municípios do Estado do Ceará para os parâmetros físico-químicos.

Parâmetros analisados	Componentes 1	Componente 2
Cor	0,27320	-0,21802
Umidade	0,02772	-0,43998
Condutividade elétrica	0,40606	0,02702
pH	0,14985	0,16928
Acidez	0,40194	-0,08699
Índice de formol	0,31999	0,21579
Viscosidade	-0,11426	0,38889
HMF	0,19262	-0,21941
Cinzas	0,33251	-0,15173
Açúcares totais	-0,12017	0,38533
Açúcares redutores	-0,18543	0,01502
Sacarose aparente	0,05502	0,44416
Proteína	0,39040	0,19938
Atividade diastásica	0,32906	0,25922

Os componentes principais das amostras estudadas foram a condutividade elétrica e a sacarose aparente.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS). **Standard test methods for rheological properties of non-newtonian materials by rotation (Brookfield type) viscometer**. Barr Harbor: ASTM Standards, s.d.p. p.1-4, 13p.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COUNCIL). **Official methods of Analysis**. 2.ed. Washington: AOAC, 1990. 1018p.

ATAGO Co. Refratômetro para mel. **Abelhas**, v.31, n.362/363, p.9, 11-12, 41,44, 1988.

AZEREDO, M.A.A. et al. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis-RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p.3-7, 1999.

BOGDANOV, S. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. **Bee World**, v.80, n.2, p.61-69, 1999.

BOE (BOLETIN OFICIAL ESPAÑOL). Orden de 12 de junio de 1986, de la Presidencia del Gobierno por la que se aprueban los métodos oficiales de analisis para la miel. Madrid, 18 junio de 1986. **BOE**, n.145, p.22195-22202, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro/2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Capturado em 30 jan. 2001. On line. Disponível na Internet <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo>.

CAMPOS, G. **Melato no mel e sua determinação através de diferentes metodologias**. 1998. 178f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

CAC (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION). **Official methods of analysis**. v.3, Supl.2, snp, 1990.

CRANE, E. **Honey: a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975. 608p.

CRANE, E. **Livro do mel**. Trad. de Astrid Kleinert Giovannini. São Paulo: Nobel, 1983. 226p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. p.277-374.

HORN, H. Alunos da disciplina análise de mel da Universidade de Hoheinheim, Alemanha. Méis brasileiros: resultados de análises

- físico-químicas e palinológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina, PI. **Anais...** Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p.403-429.
- JOLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I Real date. **Applicant Statistical**, v.21, n.1, p.21-31, 1973.
- MARCHINI, L.C. et al. **Mel brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: ASP, 2004. 131p.
- MARDIA, L.V. et al. **Multivariate analysis**. London: Academic, 1979. 521p.
- MORAES, R.M. de. **Análise de mel**. Pindamonhangaba: Centro de Apicultura Tropical, IZ/SAA, 1994. 1v. (Manual técnico).
- MORAES, R.M. de; TEIXEIRA, E.W. **Análise de mel**. Pindamonhangaba, 1998. 42p. (Manual Técnico).
- MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. 2.ed. Tokyo: Mc Grow Hill, 1981. 415p.
- PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N.P. (Coord). Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. In: PREGNOLATO. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. V.1, 533p.
- RODRÍGUEZ, G.O. de et al. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, v.84, p.499-502, 2004.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide** – version 6.4.ed. Cary, 1990. 1290p.
- SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile; Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988. 202p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. Determinação do nitrogênio total e da proteína bruta. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. p.57-75.
- VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. de. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984. 95p.
- WHITE JÚNIOR, J.W. Quality evaluation of honey: role of HMF and diastase assays. Part II. **American Bee Journal**, v.132, n.12, p.792-794, 1992.
- WHITE JÚNIOR, J.W. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. **Bee World**, v.75, n.3, p.104-107, 1994.